Año mil, año dos mil

Dos milenios en la Historia de España

(II)

SOCIEDAD ESTATAL
ESPAÑA NUEVO MILENIO

Madrid
2001

LA CARTOGRAFÍA HOY. ¿EVOLUCIÓN O REVOLUCIÓN?. Las nuevas tecnologías y los cambios en la representación del territorio.

José Manuel Moreira Madueño

INTRODUCCIÓN

Realizar una reflexión en clave "milenarista" acerca de la situación actual de las formas de representación del territorio y de la nueva visión que la sociedad está teniendo de su espacio, como lugar de encuentro y comprensión de nuestra realidad requiere, evidentemente, buscar referencias en el pasado.

En el umbral del siglo XXI el sentir de los especialistas en Cartografía y análisis espacial es el de estar viviendo una etapa de profundos cambios. Estos cambios, al igual que sucediera hace dos siglos, están afectando a todos los procesos de producción, distribución, uso, difusión y, lo que es más, a los propios conceptos, hasta ahora muy asentados, de lo que concebimos como representación espacial. Hasta tal punto esto es así que una reflexión de este cariz debe plantearse si la representación del territorio hoy está asociada a una evolución tecnológica equiparable a la que se produjo en otros tiempos o, por el contrario, estamos ante algo más, una verdadera revolución que afecta no sólo a las técnicas y las formas, sino también a los propios principios y conceptos en los que viene fundamentándose la visión territorial y su principal elemento tangible el mapa.

Como se aseguró en unas recientes jornadas (Cruz, J. 1999), con parecida orientación a la reflejada en el título de esta ponencia, el debate sobre la situación actual de la Cartografía y otras tecnologías afines de representación del espacio y sus perspectivas de futuro puede orientarse al constatarse que, en los últimos años, éstas han experimentado un importante desarrollo debido a la generalización de los procedimientos informáticos, hasta el punto en que se ha llegado a producir un gran cambio cualitativo y cuantitativo equiparable, si no mayor, al que supuso la introducción de la brújula en tiempos históricos o la fotogrametría en tiempos recientes. La Cartografía tiene abiertas hoy nuevas posibilidades derivadas de mayores precisiones geométricas, de la rapidez con

que se puede revisar, actualizar y editar información territorial, de la conexión entre representación gráfica y descripción alfanumérica o de la mayor precisión geométrica alcanzable por la Cartografía temática. Asimismo, la demanda de productos cartográficos y afines a través del uso de nuevas tecnologías de la información aumenta de forma exponencial. Medios de comunicación, sectores emergentes como el ambiental, el turístico o el geo-comercio, utilizan, cada vez más, mapas e imágenes. Los mapas y las imágenes son ya introducidos en sistemas de navegación para vehículos y las imágenes de satélite, forma de representación espacial hasta no hace mucho restringida a muy pocos especialistas, son comunes en libros de texto de enseñanza primaria.

Se han comenzado, incluso, a desdibujar fronteras hasta ahora muy nítidas y que nadie ponía en duda, como las que existían entre la Cartografía, la Estadística y la información geográfica, convirtiendo la representación del territorio en un producto muy diferente al que estábamos acostumbrados.

No obstante, si bien lo anterior es cierto, también lo es que esta situación no puede darse por generalizada en todos los ámbitos en los que la información geográfica es generada o utilizada; y ello se debe, en buena medida, a la incomprensión, aún subyacente, de cuál es el papel de las nuevas tecnologías de la información en la creación y capacidad de análisis de dicha información geográfica.

Durante los últimos años se ha ido produciendo una progresión incesante de datos e información. Seguramente, son las disciplinas de carácter integrador, como la Geografía, la Ecología o el Medio Ambiente, las que, en años recientes, han conocido una progresión de la acumulación de datos procedentes tanto de los conocimientos segmentados de otras disciplinas tradicionales, como de la nueva y creciente conversión de estos datos en información. A este respecto, conviene indicar que los datos son observaciones obtenidas por diversos métodos de medición y se convierten en información cuando son puestos en relación con un contexto.

En este último sentido, la Geografía se ha caracterizado por utilizar datos estadísticos procedentes de múltiples disciplinas para convertirlos en información

geográfica al vincular estos datos a un contexto territorial dado y explicar procesos y fenómenos a través de la interrelación de estas informaciones. Es de esta forma cómo datos estadísticos e información geográfica han constituido, siempre, un binomio indisoluble.

En un sentido inverso, la aparición de las nuevas tecnologías de la información están facilitando, e incluso forzando, a que la información estadística convencional sea, cada vez más, referida y creada con criterios espacio-temporales más rigurosos y precisos.

EL PAPEL DE LA CARTOGRAFÍA Y EL CARTÓGRAFO A TRAVÉS DEL TIEMPO.

La historia de la representación de la Tierra es una aventura extraordinaria, en la que se mezclan rigor y fantasía pero, fundamentalmente, la Cartografía refleja una adaptación permanente a las necesidades y al progreso tecnológico de una sociedad en continuo movimiento.

Las primeras representaciones del espacio mediante itinerarios desde un lugar conocido hasta otro desconocido (una dimensión), fueron sustituidas, con el pasar de los siglos y el descubrimiento de principios físicos y matemáticos que dieron lugar a la invención de instrumentos de precisión para la navegación, por portulanos y cartas náuticas en dos dimensiones. Por otra parte, la invención de la imprenta facilitaba la difusión, aún restringida, de los trabajos cartográficos.

Las formulaciones matemáticas del siglo XVI sobre la esfericidad de la Tierra abrieron un tímido camino hacia el uso de la tercera dimensión en la Cartografía, que sólo se consolidará en el siglo XVIII, con los primeros trabajos de triangulación y, posteriormente, con la representación del relieve mediante curvas de nivel.

La tercera dimensión ha venido dominando la concepción más aceptada de la Cartografía hasta tiempos muy recientes, pero, en los últimos años, las nuevas tecnologías de la información aplicadas a la representación del espacio, están introduciendo una cuarta dimensión apoyada por el tratamiento de imágenes de satélite o avión y por Sistemas de Información Geográfica que permiten el

análisis multitemporal de diversas variables y la posibilidad de simular evoluciones o establecer correlaciones de fenómenos mediante superposición, con calidad geométrica contrastada, de informaciones temáticas múltiples.

Hoy, prácticamente todas las disciplinas recurren a la Cartografía para demostrar o para comprender, de forma que el mapa está pasando de ser un instrumento de uso restringido por un selecto grupo de especialistas, como dijimos más arriba, a ser un instrumento de consumo cotidiano por capas cada vez más amplias de la sociedad.

No obstante, el mapa o la Cartografía como concepto más global, han sufrido también a lo largo del tiempo un proceso, en paralelo a la utilización de técnicas cada vez más complejas, de despersonalización o difuminación. Este proceso, justificado a veces por la búsqueda de la objetividad que proporcionaría el trabajo técnico-mecánico, frente a la subjetividad del autor cartógrafo, es el que lleva, hoy en día, al anonimato del cartógrafo. Históricamente, el cartógrafo firmaba sus obras, las cuales no tenían una función artística, ni se detenían en el juego intrínseco de las formas. Buscaban con elocuencia algo que se deseaba transmitir. El cartógrafo era un autor en toda la regla, que escogía sus temas, referencias y formas de expresión, intentando trasladar al lector de su obra una visión del mundo o el espacio representado.

En la actualidad, minimizando su papel en el anonimato, se busca olvidar que los cartógrafos interpretan el territorio, el mundo, dando de él una imagen que no busca ser, necesariamente objetiva. Esta visión no es desinteresada sino que, tanto en la selección de objetos, como en el modo de representarlos desvela cuestiones de hondo calado a las cuales se enfrenta la sociedad que crea o da lugar a ese mapa en una situación histórica dada. En el extremo se ha llegado a entender que, puesto que el mapa no sería más que una representación de una realidad existente que se describe mediante el uso de instrumentos mecánicos, no existe proceso de creación científica alguno en la realización de un mapa, habiéndose retirado a éstos, sean básicos o temáticos, de las prioridades científicas de nuestros centros del saber y el conocimiento.

Sin embargo, a la luz de nuevas tecnologías, como los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección, se está volviendo a reconocer el valor científico de la Cartografía, pero se hace, desgraciadamente aún, desde el entendimiento de que son las tecnologías las que dan el marchamo de excelencia científica y no, como debería de ser, la información y la interpretación de fenómenos y modelos espaciales que permite, hoy en día, tener asociada la nueva Cartografía. De esta forma el cartógrafo vuelve en la actualidad a poder recuperar su autoría en toda la regla. Ordenador del espectáculo de la naturaleza, escoge sus temas, referencias y formas de expresión (Caron, R. 1980). Organizador, geómetra, estilista y retórico, expresa su visión del mundo con unos niveles de libertad nunca alcanzados hasta ahora. Pero hay que tener muy claro que el mapa no es el mundo, no es más que una abstracción mental que refleja la mirada de un hombre, el cartógrafo, y una sociedad de una época sobre el mundo. A este respecto, creemos muy pertinentes las palabras de Jean-Claude Groshens (1980):

> La Cartografía vive una especie de ambigüedad que la sitúa en la confluencia de la ciencia exacta y del arte. Basada en la descripción física y en la teoría matemática, encuentra siempre algún lugar para introducir la imaginación en los principios teóricos, haciendo del mapa una representación.

Pero, ¿sigue siendo el mapa sólo una representación?. Al hilo de esta reflexión sobre la situación actual de la Cartografía y la incidencia que las nuevas tecnologías ejercen sobre ella, es conveniente analizar una serie de cuestiones fundamentales que pueden permitir arrojar luz sobre el dilema en el que se centra esta ponencia. ¿Estamos en un proceso de evolución tecnológica o ante una revolución, no sólo tecnológica sino conceptual, de las formas de representar el espacio?. ¿ Cuáles son las consecuencias y el futuro que ésta, sin duda, nueva situación está ocasionando sobre los propios agentes y actores que rodean a la Cartografía?.

Es evidente que cuando comparamos representaciones clásicas de la Tierra, realizadas sobre un plano o incluso sobre una esfera, con ciertas imágenes actuales de nuestro planeta, obtenidas mediante satélites espaciales, con precisión

métrica y constituidas por ficheros digitales que se transfieren a través de Internet y que pueden ser desplegados y convertidos en proyecciones cartográficas diversas, reflejando una realidad territorial hasta ahora no muy difundida, estamos ante una circunstancia novedosa que nos lleva a plantear si, incluso la propia definición que se suele utilizar sobre la Cartografía seguirá teniendo valor conceptualmente.

Figura 1. Mapamundi de Desceliers, realizado en 1546 sobre pergamino por orden del rey Enrique II de Francia. Tomado de Cartes et figures de la Terre. Centre Georges Pompidou, París, 1980.

Figura 2. Mosaico de imágenes de satélite NOAA ofrecido a través de Internet.

La definición al uso establecida por la Real Academia Española de la Lengua se refiere a la Cartografía como arte de representar la superficie de la

Tierra sobre un plano. Esta definición, mejorada por la de la Real Sociedad Geográfica Internacional que alude ya a las tecnologías que intervienen en el proceso de elaboración de la Cartografía, está, evidentemente, muy relacionada con la historia de la Cartografía y con situaciones comunes en el pasado, en las que, como antes mencionamos, el cartógrafo dibujaba sobre la superficie del plano una interpretación del mundo no exenta de imaginación y con un cuidado artístico del trazado. Esta visión de la perfección geométrica del dibujo y del "arte" final del cartógrafo, sigue teniendo defensores acérrimos hoy en día, pero choca frontalmente con las representaciones derivadas de análisis digitales de imágenes o de restituciones digitales que muestran la realidad de una disciplina mucho más científico-técnica que artística, y que permite realizar simulaciones y levantamientos en tres dimensiones por ordenador, así como analizar fenómenos de comportamiento multitemporal frente a las anteriores visiones estáticas de la Cartografía.

Por otra parte, suele ser habitual diferenciar dos enfoques de la Cartografía que intentan separar la disciplina "pura" o "seria", de aquellos aspectos que rodean a la disciplina pero que no son parte consustancial de la misma y dan lugar a productos menos sólidos. Es así como se habla del enfoque geométrico frente al tecnológico. El enfoque geométrico de la Cartografía buscaría la exactitud en la elaboración del mapa, siendo lo esencial en su proceso de formación una minuciosa y exacta recogida de información sobre el territorio y un tratamiento preciso de la misma para llegar a una representación adecuada y fiable métricamente de la realidad. Frente a este enfoque, algunos sitúan el enfoque tecnológico, el cual se observa como de importancia menor, ya que lo que buscaría, fundamentalmente, sería la eficacia del mapa en al transmisión de la imagen del espacio y no tanto la precisión geométrica que es lo que caracterizaría a la Cartografía por excelencia. El enfoque tecnológico tendría como finalidad última mejorar las técnicas de producción y comunicación de la información, ya que en este enfoque los mapas sólo serían un mero sistema de almacenamiento de información ordenada espacialmente.

Pues bien, a la luz de los nuevos avances tecnológicos y conceptuales, que veremos más adelante, esta segregación de la Cartografía pura frente al enfoque tecnológico, si alguna vez tuvo razón de ser, ha dejado de tenerla, antes al contrario, deberíamos cuestionar si una Cartografía que no se fundamente en los principios de las nuevas tecnologías de la información espacial es correcta tanto métricamente, como por la información que puede transmitir.

UNA REFERENCIA HISTÓRICA. LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS Y LA CARTOGRAFÍA.

Una breve referencia a la historia de los hitos tecnológicos en la evolución de la Cartografía también debe ayudarnos a comprender el presente de esta disciplina. En síntesis estos hitos tecnológicos pueden resumirse en cuatro fases (Robinson, A. Et al, 1987). Una primera etapa manual se inicia desde que al hombre se le ocurre plasmar en un plano elementos espaciales reflejando, en una dimensión, su entorno más inmediato y las rutas, lugares y barreras hacia lo desconocido. Esta etapa manual da lugar a unos procesos que, en cierta medida, siguen estando presentes hoy en la Cartografía, pudiéndose caracterizar por mapas como los elaborados por Eratóstenes, Ptolomeo o los itinerarios prácticos del mundo romano. La aportación conceptual de esta etapa está en el conocimiento del mundo más inmediato y en la representación, incluso con un sistema de proyección en época de Ptolomeo, del mundo conocido. La aportación esencial de esta etapa está en el concepto de la representación espacial, mientras que la evolución de las técnicas permite realizar copias o grabados y aparatos como los astrolabios facilitarán el movimiento con el mapa y las mediciones de distancias. Las representaciones responden naturalmente al concepto artístico de calidad para la época y dependían en su reproducción y elaboración de pacientes y expertos grabadores que daban lugar a ejemplares únicos para un abanico muy restringido de usuarios de la Cartografía.

Esta etapa puramente manual se prolongará hasta la Alta Edad Media y el Renacimiento, variando las fechas para Oriente y Occidente. La evolución en el conocimiento del mundo, así como el invento de algunos instrumentos como

brújulas y relojes, mejorarán el posicionamiento y la medición sobre la superficie de la tierra, dando lugar a una etapa que denominaremos mecánica, que alcanza su mayor aportación con la aparición de la imprenta en Occidente en el siglo XV. La imprenta permitirá difundir series de mapas y abrir el conocimiento del mundo a un mayor número de personas. Asimismo, se perfeccionarán los sistemas de representación de la superficie terrestre. En su evolución esta etapa pasará por una primera fase manual-mecánica, para terminar, con el paso de los años, allá por el siglo XVIII, en una nueva etapa puramente mecánica, en la que avances en óptica y física, así como nuevos conceptos cartográficos, como la triangulación, permitirán crear una cartografía muy similar, en sus contenidos, a la Cartografía que aún hoy utilizamos. Es el momento en que Cassini llevará a cabo su Cartografía 1/50.000 de Francia que prácticamente recoge casi todos los elementos de referencia territorial en un mapa a que estamos acostumbrados en la actualidad, salvo la curva de nivel.

Pero en el siglo XIX se inicia una nueva etapa condicionada por avances técnicos-científicos en óptica y química, dando lugar a una fase que llamaremos fotoquímica. El uso de la litografía y la fotografía facilitarán la impresión en color, pasándose a realizar reproducciones en laboratorios donde antes existía un paciente artesano que coloreaba a mano. Fotoquímica y óptica provocarán un profundo cambio en todas las fases de creación de la Cartografía. Este cambio quedará asentado en el siglo XX, cuando la fotografía aérea perfeccionará la calidad de los trabajos métricos y modificará completamente el enfoque de la representación y elaboración de los mapas.

En el siglo XX, no hace más de 20 ó 30 años según qué países, se comienza a vislumbrar una fase que podemos llamar electrónica y que, en su corto deambular puede, a su vez, ser dividida en diferentes períodos, en función de la incidencia de las tecnologías utilizadas. Se comienza con el desarrollo de un período que podemos denominar mecánico-digital que facilita la acomodación de la fase fotomecánica a un nuevo período digital que se iniciará, prácticamente, en los años 80 con la eclosión de la informática. Si estos períodos de la fase electrónica los relacionamos con la producción cartográfica y los equipos en ella

utilizados podemos referirnos al cambio de los restituidores ópticos-mecánicos o analógicos, por los restituidores analíticos, al paso del uso de teodolitos a estaciones totales, geodolitos y, en la actualidad, la utilización de los sistemas de posicionamiento global mediante satélites (G.P.S.), que facilitan datos directamente tratables por el ordenador. La tecnología electrónica se introduce en todos los ámbitos de la producción y reproducción de la Cartografía, llegando al mundo de la impresión, con la existencia de fotoplóteres, scáneres digitales, plóteres de inyección de tinta, que obvian pruebas de imprenta y, finalmente, la difusión y uso masivo de los mapas a través de Internet o de productos multimedia de fácil manejo en ordenadores personales.

En todo este proceso histórico existen dos cuestiones que son claves para entender la situación actual de la Cartografía. Primero, que los campos cuyos avances técnicos y científicos tienen incidencia sobre la Cartografía son muy variados: mecánica, óptica, química, metalurgia, electrónica, informática, ... Segundo, que la aplicación de cada nueva tecnología produce cambios más importantes que la precedente, haciendo que la velocidad del cambio esté en continua aceleración. De esta forma, si las técnicas manuales predominaron durante miles de años, haciendo llegar y entender los mapas a unos miles de usuarios, las técnicas mecánicas iniciadas con la imprenta han durado unos 400 años, llevando los mapas a decenas de miles de usuarios; las técnicas fotoquímicas sólo han sido dominantes unos 190 años llegando, posiblemente, a algunos millones de usuarios. La electrónica y la informática, presentes hace sólo 20 ó 30 años, han modificado todos los procesos cartográficos, convirtiendo a la Cartografía en un campo o especialidad de altas tecnologías, y no sólo han ampliado extraordinariamente el espectro de los potenciales usuarios, sino que lo ha hecho igualmente, con los potenciales creadores de Cartografía.

EL NUEVO PAPEL DE LA CARTOGRAFÍA.

No obstante, si sólo analizamos el punto de vista de la incidencia de las técnicas sobre los elementos de producción (lo que se ha dado en llamar el enfoque tecnológico), y no consideramos las categorías de los procesos de

creación y transformación de la información que se llevan a cabo en la Cartografía y cómo éstos se ven hoy alterados, concluiríamos que nos encontramos en un proceso evolutivo-tecnológico normal, evolución acelerada, pero evolución y no revolución. Hay trabajos de campo, fotografía aérea, preparación de información sobre el medio ambiente geográfico del que se toma la información para hacer una primera transformación y convertirla en un dato espacial. Asimismo, existe una selección, clasificación y simbolización que lleva los datos geográficos al soporte mapa, el mapa como elemento producido. En todas estas facetas las nuevas tecnologías tienen un alto nivel de incidencia, sensores remotos, G.P.S., geodolitos, sistemas C.A.D., sistemas de asistencia al trazado automático de mapas,..., todas inciden sobre la mejor elaboración del producto mapa.

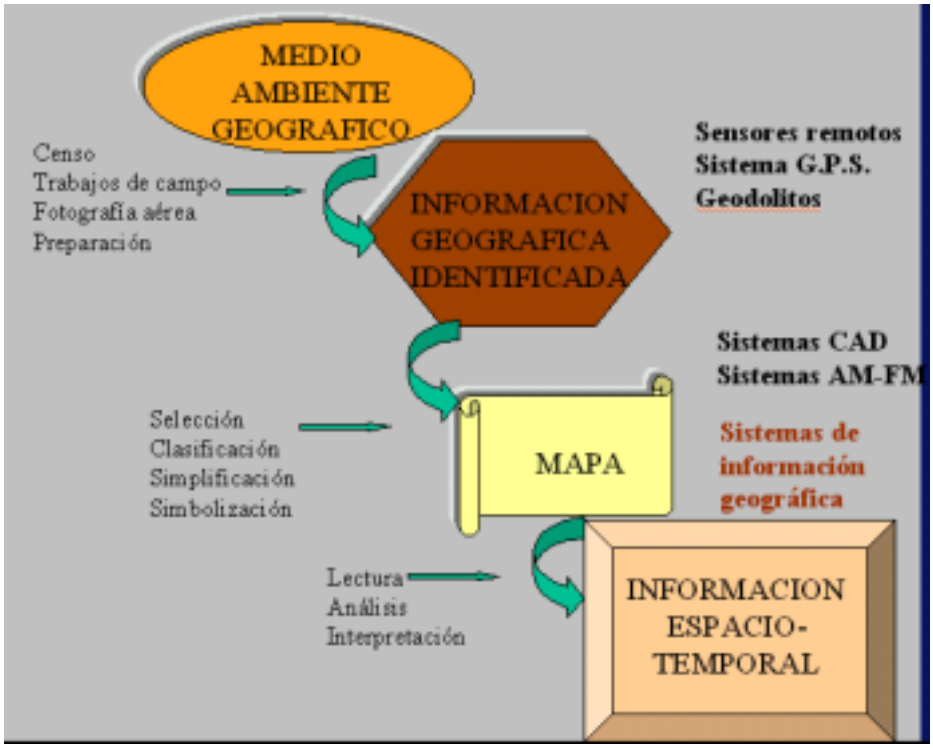

Figura 3. Categorías de procesos y transformaciones de la información en la Cartografía.

Pero hay algo más y es la incidencia sobre la concepción de lo espacial, el paso del mapa al análisis y representación espacio-temporal de la información.

Muchas veces cuando se habla del impacto de las nuevas tecnologías en la Cartografía nos estamos refiriendo a un aspecto, llamémoslo formal, ya que se hace mención a cuestiones relacionadas con mejoras en los procesos de producción clásica de la Cartografía. Pero realmente, aún con mejoras

tecnológicas en estos procesos, se están realizando las mismas prácticas y manejando la misma concepción cartográfica. Podemos obtener una curva de nivel por restitución fotogramétrica analógica, o lo haremos mediante estereocorrelación automática, pero el fin será el mismo, representar un relieve estable y estructural, consustancial al mapa. No obstante, las nuevas tecnologías de sensores remotos y S.I.G., condicionan multitud de procesos cartográficos orientando sus productos hacia la información espacial y su utilización por modelos que permiten una evaluación espacio-temporal. Con ellas el relieve deja de ser un elemento estático para convertirse en algo dinámico que facilita simulaciones de navegación por el espacio y permite correlacionar informaciones en el tiempo y el territorio. Al mismo tiempo, estos modelos e informaciones, generados por tecnologías que abarcan todo el orbe con procedimientos homogéneos, permiten crear modelos espaciales locales y globales. Frente a las abstracciones mentales de la Cartografía concebida tradicionalmente, donde el cambio de escala implica un cambio de representación simbólica, las nuevas tecnologías permiten analizar, con el mismo procedimiento y herramienta, la Teledetección, las escalas globales y las escalas detalladas, facilitando un acceso universal a un volumen de información extraordinaria para llegar a detalles hasta ahora inconcebibles.

Por otro lado, frente a la subjetividad seleccionadora de elementos territoriales a representar, nuevas formas métricas de plasmar el espacio, como ortofotos y ortoimágenes, facilitan un análisis de la realidad territorial con una capacidad de actualización imposible de conseguir con la Cartografía tradicional. Estos nuevos productos cartográficos se convierten, a su vez, en base de referencia de multitud de nuevas informaciones que se integran en sistemas de información geográfica complejos que dan a la representación espacial, hoy en día, una cuarta dimensión de análisis espacio-temporal. Es en este nivel donde se produce el cambio más profundo y revolucionario en la situación actual de las técnicas de representación del territorio. El mapa ha dejado de ser una mera representación de elementos territoriales seleccionados por un cartógrafo, para convertirse en origen y destino de múltiples tipos de informaciones geográficas

que interactúan sobre un territorio. El mapa ha dejado de ser un dibujo y se ha convertido en información espacial. La Cartografía, enfocada como información espacial puede obtener de las nuevas tecnologías un apoyo fundamental. Las ortoimágenes y ortofotos se acomodan mejor, como base de informaciones vectoriales relacionadas con riesgos o evaluación de accidentes que la cartografía tradicional.

Es fundamental, a este respecto, entender cuál es papel de las nuevas tecnologías en el manejo de la información territorial.

EVOLUCIÓN RECIENTE EN EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS TERRITORIAL.

La eclosión de nuevas tecnologías de la información relacionadas con el análisis territorial, como son los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección han supuesto, en ámbitos restringidos por ahora y deberían suponer en la generalidad del análisis geográfico, una revolución en la propia definición, concepción y aceptación de disciplinas que como la Geografía o la Cartografía ahora sí pueden crear datos e informaciones propias obtenidas con procedimientos y herramientas que desde otras disciplinas son aceptados al mismo nivel que las mediciones que la física o la química aportan a los datos obtenidos por las mismas.

Pero hay que añadir, además, que estas nuevas tecnologías no son sólo unas herramientas que permiten obtener datos geográficos de calidad, sino que son la plasmación misma del objetivo de la Geografía, la explicación de fenómenos y variables a través de la interrelación en el espacio y el tiempo de los recursos naturales y la actividad humana..

No obstante, no es así como, por lo general, se está entendiendo el papel de estas nuevas tecnologías. Se debería de haber producido una verdadera revolución en la concepción del análisis geográfico y de la Cartografía, no sólo, como es lo normal, un uso de herramientas más o menos complicadas como meros instrumentos. Es así como estas tecnologías lejos de haber sido asumidas conceptualmente, y con ello asociadas consustancialmente, desde fuera y desde

dentro, con la Geografía y la Cartografía, se han convertido en herramientas técnicas que son utilizadas por los geógrafos y los cartógrafos, como por otros profesionales, para realizar más cómodamente, con un barniz de modernidad, los mismos análisis que hasta el presente se venían realizando. Se puede estar perdiendo, así, una oportunidad extraordinaria de revolucionar el análisis geográfico tradicional y la Cartografía y de consolidar, con ello, métodos de análisis basados en nuevos modelos conceptuales de la relación espacio-temporal de los fenómenos que acontecen en la Tierra.

Esta visión de las nuevas tecnologías como meras herramientas denota una incomprensión de lo que realmente las mismas aportan como nuevo enfoque geográfico. El cambio de enfoque se podría simplificar en un ámbito como el cartográfico, por ejemplo, en que no basta con digitalizar un mapa que ya existe y derivar de él información geográfica con el uso de estas tecnologías, sino que hay que crear un nuevo concepto de Cartografía a partir de la nueva información geográfica que estas tecnologías permiten generar ahora.

La utilización de estos nuevos procedimientos para llevar a cabo análisis espaciales puede tener dos vertientes hoy en día. Una, la más extendida, sólo contempla el aspecto más anecdótico de estas técnicas, convirtiéndolas en un apoyo de los procedimientos convencionales del análisis geográfico y sin plantear ningún cambio conceptual o metodológico en el análisis de los temas sobre los que se construye la información geográfica. Bajo este enfoque, por ejemplo, la tecnología no deja de ser un elemento extraño al geógrafo o al cartógrafo, que la utilizan para mejorar sus viejos procedimientos, los cuales siguen siendo, en el fondo, los mismos de siempre. Este enfoque es el que hace que la expresión espacial de cualquier variable a través de los mapas, se siga desarrollando pensando en la representación gráfica en papel, concibiendo la herramienta como un instrumento para “dibujar” adecuadamente, según cánones preestablecidos (a veces desde hace siglos) las variables espacializadas. No existe, en este caso, ningún análisis conceptual nuevo como podría suponerse al disponer de un nuevo conocimiento derivable de la utilización de estas nuevas tecnologías. Bajo esta utilización las personas o centros que la emplean se

convierten en acumuladores de “capas de información” geográfica que facilitan el uso de este tipo de variables por nuevos usuarios que incrementan, a su vez, el cúmulo de información existente, pero sin mantener ningún modelo conceptual que dé sentido a esta acumulación de información. Cuando la utilización es sectorial, para una cuestión concreta, la tecnología se ve arropada por los modelos conceptuales clásicos del sector de información que se analice y en este aspecto concreto estas nuevas tecnologías sí pueden dar lustre y esplendor a lo que ya antes se venía haciendo con otras herramientas menos vistosas.

Pero cuando el uso tiende a ser global, como por lo general es el análisis geográfico territorial, este enfoque sólo utiliza la herramienta en su vertiente mecánica, mermando la enorme potencialidad que estas tecnologías tienen como innovadoras en el análisis de las relaciones espaciales y como promotoras de un nuevo modelo conceptual de dichas relaciones y con ello del enfoque de los problemas territoriales y de la propia Cartografía.

Bajo esta segunda vertiente sí que es imprescindible llenar de contenido las palabras “Sistema de Información Geográfica”, que dejan de tener, como en el caso de la primera acepción, el sentido de herramienta informática (el software S.I.G.), para convertirse en un nuevo concepto de análisis espacial de la información geográfica, la cual está pensada en su creación y uso, “ex - inicio”, como conjunto de variables vinculadas espacio-temporalmente para permitir el análisis de la realidad que nos rodea. Ninguna información puede ser introducida en dicho concepto de Sistema de Información Geográfica sin que previamente se hayan analizado todas sus posibles relaciones en el espacio y el tiempo con otras variables que previamente existiesen en dicho Sistema.

En esta segunda y, por ahora, poco extendida forma de entender el uso de estas tecnologías para el análisis territorial, resulta, por ejemplo, poco esencial el mantener las “formas” y aspectos de las representaciones cartográficas convencionales. Incluso el propio concepto de la Cartografía como máxima expresión de la representación de relaciones geográficas sufre un cambio de enfoque, siendo esencial la innovación conceptual de la Cartografía.

Si consideramos lo dicho anteriormente, es evidente que en los momentos actuales, y cada vez más, se produce una utilización más extendida de estas tecnologías de análisis espacial, pero, casi siempre, desde el primer enfoque de herramienta, no existiendo, salvo casos excepcionales, enfoques conceptuales que permitan hablar de verdaderos Sistemas de Información Geográfica. Podríamos decir que comienzan a existir "Bancos de Información Geográfica" (extensivas compilaciones de Información Geográfica digitalizados), que pueden ser utilizados por herramientas como los S.I.G., pero que existen muy pocos Sistemas de Información Geográfica en los que un modelo conceptual condicione la creación y análisis de todas las variables que en él se integran.

Pero si más allá de estas reflexiones iniciales que reflejan la evolución que está sufriendo el tratamiento de la información geográfica en el análisis territorial, planteamos algunas de las condiciones que debiera de cumplir, hoy en día, la información necesaria para poder llevar a cabo un análisis y evaluación territorial, comprenderemos el porqué de la contribución trascendental de las nuevas tecnologías de la información geográfica y su papel en la transformación de los conceptos cartográficos.

En primer lugar es preciso considerar que se necesita una información expresada en el espacio en el que se inserta y con el que se relaciona. Toda información geográfica, para que pueda integrarse con cualquier otro tipo de parámetros, debe de estar referenciada cartográficamente. Los mapas se constituyen, así, en un elemento básico de cualquier análisis territorial en la actualidad. La nueva tecnología de los S.I.G. maneja, siempre en ordenador, información espacial, lo que obliga a tener un cuidado exquisito en la localización cartográfica de cualquier información a emplear. La precisión métrica que antes era mencionada como el punto débil de la información geográfica espacializada y agrupada en la Cartografía temática, es hoy tan correcta como la de la Cartografía básica, gracias a estas nuevas tecnologías.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta que el hombre ha alterado los ciclos de la naturaleza acelerando extraordinariamente sus ritmos de cambio. Hasta hace pocos años se concebía que el decenio era un ciclo adecuado para al

análisis territorial global, y a éste se acomodaban los análisis clásicos, haciéndose censos, vuelos aéreos, cartografía de usos de suelo, etc. Hoy los ritmos de alteración del territorio, por la actuación del hombre, se han acelerado y es preciso utilizar técnicas y procedimientos que respondan mejor a estos nuevos ciclos. A este respecto, una nueva tecnología, como es la Teledetección, contribuye con su capacidad de análisis multitemporal, a obviar este problema desde el punto de vista de la información sobre el medio. Pero además, es preciso considerar que pocas veces se ha contemplado en el análisis espacial, que el territorio, sobre todo en regiones mediterráneas, tiene unos ciclos alternantes muy acentuados que se alejan de las visiones estáticas que ofrecían los documentos cartográficos convencionales. Estos ciclos alternantes rigen la dinámica vital de nuestro entorno, y sólo con instrumentos como la Teledetección espacial y la tecnología S.I.G. es posible, hoy en día, controlar, de forma adecuada, la evolución anual de los ciclos en el territorio.

En tercer lugar, la nueva concepción del territorio que nos rodea, plasmada en la creación de la disciplina medioambiental, nos obliga a disponer de nueva información sobre él. La información clásica, segmentada disciplinarmente no contribuye suficientemente al conocimiento de la realidad sintética ambiental. Es preciso disponer de información interrelacionada en el tiempo y el espacio de las temáticas más variadas. Es necesario asumir un cambio en los enfoques clásicos con los que venía generándose información sobre el territorio, para permitir, así, un análisis adecuado de esta nueva situación. Un sencillo ejemplo puede evidenciar esta imperiosa necesidad:

- El territorio no urbano y los espacios naturales en particular, han dejado de ser espacios de no actuación o santuarios en los que la conservación es absoluta, pasando a ser zonas sometidas a extraordinarias presiones exteriores e interiores, cuya dinámica supera, con creces, los procedimientos convencionales de análisis espacial.
- El hecho de que la referencia espacial básica, la Cartografía topográfica, haya sido concebida, siempre, como una herramienta de trabajo al servicio

del urbanismo, la obra pública, la agricultura o el ejército, ha dado lugar a la creación de modelos cartográficos que, en numerosas ocasiones, no recogen las necesidades que se plantean desde un enfoque ambiental. Así, las zonas húmedas litorales, zonas sin actividad humana, por excelencia, se ven desprovistas del documento de partida básico en el que, si analizamos un mapa topográfico de cualquier zona de marismas, sólo dispondremos de algunas referencias planimétricas y algunas cotas altimétricas (siempre de orden métrico), cualquiera que sea la escala de representación. Por el contrario, una zona urbana o de regadío, a la misma escala, sí tiene bien establecidos todos los elementos de representación necesarios para la gestión de esos territorios.

Podríamos concluir que las escalas a las que se ha dado respuesta a las necesidades de información de los espacios naturales, no han superado nunca el análisis a nivel semi-detallado, pero con unos contenidos informativos que sólo llegan a recoger datos a un nivel somero de reconocimiento territorial.

Con este tipo de elementos de base resulta complicada la referenciación correcta de la información geográfica derivada del análisis efectuado desde esa disciplina territorial emergente que se llama medio ambiente, si consideramos la necesidad de manejar ésta de un modo integrado, (Moreira, J.M. 1995).

Hay que añadir que la Cartografía temática convencional no se suele expresar con fines de integración de información, sino como documentos aislados, perdiendo, así, gran parte de sus posibilidades de uso en la gestión territorial integrada.

Por otra parte, disciplinas integradoras, como el medio ambiente, requieren hacer un análisis del continuun territorial, de forma que, por ejemplo, no exista discontinuidad entre lo marino y lo terrestre o, en términos cartográficos, entre lo náutico y lo topográfico. El mar es un espacio que tiene continuidad con la superficie terrestre siendo, además, un lugar de interrelación constante física y humana que requiere de un nuevo enfoque de análisis y representación alejado de lo que las convenciones cartográficas tradicionales vienen ofreciendo. La discontinuidad del cero hidrográfico y del cero topográfico

debe ser obviada, dando continuidad topográfica al fondo marino y a la superficie terrestre.

Asimismo, las nuevas tecnologías están convirtiendo en obsoletas situaciones que el concepto tradicional cartográfico sigue manteniendo, como son las restricciones al conocimiento territorial condicionadas por censuras militares que prohiben o restringen los levantamientos de información en áreas, a veces, muy extensas y que contrastan con las posibilidades de adquirir comercialmente en el mercado internacional y generar ortimágenes con un metro de resolución de esos mismos territorios.

Por otra parte, al extenderse el ámbito, no sólo de los usuarios, sino de los potenciales generadores de Cartografía, se corre el riesgo de dar lugar a un caos de información espacial. Ahora más que nunca, se necesita una "autoridad" que normalice procesos de creación de información y supere las ya clásicas normas del trazado cartográfico que se resumen en el 0,2 mm. a la escala del mapa. Las nuevas tecnologías permiten y requieren el uso de normas de validación y calidad de la información espacial que no pueden estar vinculadas exclusivamente a las normas de representación, sino que tienen que llegar hasta la esencia estadística de la información que se elabore. Nos asomamos al siglo XXI con un flujo de información geográfica creciente. El reto es transformarla en conocimiento territorial evitando un almacenamiento improductivo.

A este respecto, hasta ahora las representaciones cartográficas básicas o temáticas, no se consideraban informaciones relativas a una abstracción o interpretación del espacio y como tal susceptible de unos márgenes de error. Lo que aparecía en los mapas había que creerlo sin más por el hecho de responder a una hipotética "realidad" territorial. Hoy, las nuevas tecnologías de la información permiten evaluar el nivel de confianza y el margen de error cometido al elaborar esa información espacial en que se han convertido los mapas. No sólo son mensurables los errores de trazado y posición en el espacio, que de un modo u otro siempre se han considerado como propios a contemplar por la Cartografía, sino que los contenidos de información espacial son evaluables por procedimientos de estadística espacial, de forma que cada clase de

la leyenda de un mapa, básico o temático, debería ir acompañada de su estimación de error. De este modo, por ejemplo, un mapa de usos del suelo, de vegetación, suelos, geología,..., se integrará con su correspondiente validación y margen de confianza espacial, porque ya no utilizamos o deberíamos utilizar los mapas como la representación, sin más, de una variable, sino como una información alfanumérica combinable con cualquier otro parámetro físico-numérico.

Los mapas han reflejado siempre las preocupaciones fundamentales de la sociedad con relación a las estructuras territoriales, de modo que límites administrativos y jurisdiccionales, así como variables singulares de interés para el control militar o la obra de ingeniería, siempre han sido protagonistas, en nuestra sociedad, del mapa. Los mapas topográficos han sido, como mapas de representación general del territorio, una elección para representar el sistema global de organización de nuestro entorno.

El mapa como mirada de una sociedad, a través de un cartógrafo, sobre el mundo, establece y fija, para las generaciones que lo utilizan, un cierto sistema de conocimiento. ¿Cuántas generaciones de españoles que han analizado desde la escuela mapas generales del país, en una época en que se imponía la voluntad de instituir sobre España un gobierno centralizado apoyado en una estructura administrativa que daba la preeminencia a provincias y municipios y a las vías de comunicación, pueden dudar que esa es, efectivamente, la única forma adecuada y lógica de análisis territorial del país?. Ese esquema se ha trasladado hoy a cada Comunidad Autónoma del Estado, desde las que se plantea la misma visión descentralizadora hacia el Estado y centralizadora hacia el interior de la Comunidad.

Pero, hay algo que es también evidente, en la historia de las sociedades no ha habido muchos grandes tipos de mapas y ello es así porque un mapa, como imagen de la sociedad, sólo nace tras una revolución profunda de la visión del mundo. El mapa la fija y la impone durante largo tiempo. Hoy, nuevas tecnologías de la información y una nueva visión de nuestro entorno a través de análisis conceptuales novedosos desde el medio ambiente y de sistemas de

relaciones globalizadoras (turismo, geo-comercio,...), están dando lugar a esa nueva visión del mundo que precisa de unas nuevas representaciones espaciales diferentes a los mapas clásicos.

Es necesario, por consiguiente, generar información estadística y cartográfica básica y temática con nuevos criterios que permitan una mejor capacidad de análisis territorial. Pero es también preciso acomodar las sistemáticas de levantamiento de información sobe los recursos naturales y la actividad del hombre, a nuevos procedimientos metodológicos que permitan sobrepasar las abstracciones mentales sectoriales que los mapas (básicos o temáticos) o la estadística tradicional suponen, para aproximarnos a la compleja realidad territorial integradora en el tiempo y en el espacio de todo tipo de factores. En todas estas cuestiones la aportación, de las nuevas tecnologías de la información es esencial y es en la definición de modelos conceptuales del sistema de relaciones espaciales donde se encuentra, en la actualidad, el reto para pasar del uso de la herramienta S.I.G. a la verdadera utilización operativa de un Sistema de Información Geográfica.

CONSECUENCIAS DE LA NUEVA SITUACIÓN SOBRE LOS AGENTES Y ACTORES QUE RODEAN A LA CARTOGRAFÍA

Es evidente que esta nueva situación está provocando una transformación en las formas de actuar por parte de los agentes implicados en la creación de la Cartografía. Los factores que más directamente están incidiendo sobre la transformación de los procesos de producción de Cartografía pueden resumirse en los siguientes:

- La evolución de las tecnologías hacia lo digital en la producción cartográfica y los levantamientos topográficos.
- La demanda de un producto cartográfico muy diversificado. No sólo se demanda cartografía digital, sino también bases de datos relacionadas con datos estructurados según la lógica de los Sistemas de Información Geográfica.
- La demanda de nuevos productos, como:

a) bases de datos topográficos, donde antes sólo se pedía dibujo, para integrarlos en la gestión del espacio.
b) ortofotos y ortoimágenes digitales, con restitución de datos vectoriales para el análisis de extensos territorios.
c) la creación de bases de datos territoriales con fines multiescalares.
d) la demanda de aplicaciones personalizadas para usuarios que precisan normas comunes y procedimientos de actualización de los contenidos territoriales de estas aplicaciones.
e) la explosiva expansión de mapas e imágenes a través de Internet

Ante este nuevo panorama de aceleración de la demanda de productos de información territorial, la administración debería jugar un doble papel que aún no termina de verse bien perfilado en España. Por una parte, deberían de existir programas coordinados para la creación de información geográfica a medio y largo plazo. Por otra parte, debería buscarse un consenso en la adopción de normas comunes por administraciones locales, autonómicas y estatal.

Un estudio prospectivo en el ámbito europeo señalaba recientemente que las empresas dedicadas a la representación del territorio tendrán que articularse, a corto plazo, de forma diferente a como venían haciéndolo hasta ahora, introduciendo la componente de los Sistemas de Información Geográfica con un peso similar al que, hasta ahora, venían teniendo los trabajos de fotogrametría y topografía. Parece también evidente que será preciso aumentar los controles de calidad normalizados sobre la información geográfica con la integración de normas ISO.

De lo anterior se deduce que existen perfiles profesionales emergentes, frente a otros que comienzan a tener diferentes grados de dificultad para trabajar en el ámbito de la representación territorial. Entre los primeros están los expertos en S.I.G., los responsables de control de calidad de la información, los jefes de proyectos coordinados y los restituidores de fotogrametría digital. Entre los perfiles con dificultades se encontrarían los delineantes profesionales, los operadores en restituidores analógicos y los topógrafos clásicos.

Por otra parte, la referencia a la influencia de Internet en la representación del territorio es, como en cualquier ámbito relacionado con la creación y difusión de información, obligada. Donde antes en el conocimiento territorial había restricciones, ahora existe una excesiva facilidad de comunicar; antes se luchaba contra las censuras, lo cual sigue siendo así en algunos países, ahora es preciso jugar con el miedo que produce a algunos la circulación incontrolada de información geográfica, la falta de barreras y los ataques indiscriminados a los derechos de propiedad de la información.

Al hablar de nuevas tecnologías y de su uso en Internet, podríamos caer en la tentación de hablar de una crisis de la cartografía tradicional y del triunfo de la imagen, de la pantalla, lo audiovisual. Pero esto no es así, al menos todavía. Internet no supone la muerte de la Cartografía, al revés, está llena de mapas e imágenes con información asociada. Malos y buenos, pero mapas e imágenes territoriales al fin y al cabo. Es además bastante probable que lo impreso y lo digital convivan aún durante varios decenios.

No obstante, parece evidente que el mapa electrónico y la información geográfica se extenderán sin remisión a través de Internet para suponer un cambio radical en la producción, la comunicación y el análisis de la información espacial. Los mapas en formato electrónico organizan de una manera nueva la información, la relación entre lo que se muestra y lo oculto. El usuario puede cambiar el orden y la jerarquía de la información espacial, la lógica, la proyección y añadir nuevas informaciones de su interés.

Es la revolución de la Cartografía como producto, que convierte el análisis del mapa en un juego relacional abierto que involucra al usuario en ese complicado viaje para el cual se precisa una transformación profunda de las técnicas de producción y difusión de la información territorial y de su expresión a través de los mapas.

ALGUNAS REFLEXIONES Y CONCLUSIONES.

Es evidente que existe un nuevo mercado de usuarios de Cartografía e información geográfica que amplían el antes estricto mercado circunscrito a los

profesionales. Esta demanda no sólo se desarrolla en torno a la Cartografía de consumo turístico, sino que se vincula también a navegadores para vehículos, sistemas de gestión de redes e infraestructuras y gestión del territorio en general. El incremento en el uso de la Cartografía está muy relacionado con la cada vez mayor disponibilidad de bases de datos georreferenciados que permiten, sobre la Cartografía básica, diseñar mapas temáticos a la carta.

Los extraordinarios cambios tecnológicos experimentados a partir de los años 60, especialmente la revolución electrónica, que ha alterado los procesos de toma de datos territoriales, el diseño, producción y reproducción, hoy totalmente integrados por el ordenador, han incrementado, en gran medida, las capacidades de interrelación espacial y temporal de la información, así como las posibilidades de control de la calidad estadística de la misma.

Ante este panorama se hace necesario homogeneizar, estructurar, almacenar y conservar datos. Resulta contradictoria la carencia de normas generales y de criterios establecidos para la recogida, procesado, almacenamiento y la elaboración de planes para la creación, conservación y distribución de archivos digitales.

Por otra parte, han surgido nuevos problemas, aún sin resolver, sobre los derechos de propiedad de la información. La información territorial de base es producida por unos centros, mientras que son otros los que añaden valores de relación espacial, dando lugar a nuevos productos en los que los derechos de autor no aparecen bien clarificados. Se añade a esto el hecho de una comercialización errática de los productos digitales, cuyos precios pueden oscilar entre la gratuidad total o la aplicación de tarifas tan onerosas que sólo pueden ser soportadas por grandes usuarios.

La sustitución de las tecnologías foto-químicas por las electrónicas, se ha producido a un ritmo tan rápido que ha dado lugar a un profundo cambio definible como revolucionario. Las nuevas tecnologías aplicadas al ámbito espacial han solucionado, en gran medida, los problemas de la precisión en la localización, abriendo nuevas posibilidades a la interpretación temática de la realidad territorial.

Los usuarios técnicamente más avanzados demandan de los productos cartográficos unas capacidades de análisis que los mapas tradicionales no permiten. Mientras, los usuarios no especialistas crecen exponencialmente en la sociedad de la información, en la que predomina la comunicación audiovisual. A este respecto, la proliferación de información geográfica obliga a homogeneizar los productos cartográficos temáticos para facilitar su difusión.

Asentado el cambio tecnológico, se aproxima una revolución conceptual que sustituirá el mapa por otras formas más expresivas de representar el territorio, adaptadas a nuevas necesidades sociales. El concepto tradicional del mapa va quedando obsoleto, no obstante, su alternativa, la información espacial, aún tiene límites imprecisos, que habrá que perfilar a través del ensayo de nuevas formas de representación del territorio. En este sentido, habría que dejar de pensar en el mapa como un documento para la edición y pensar en la información espacial como fuente y generadora de muy diversas y posibles formas de representación espacio-temporal de la realidad territorial que nos rodea. Los mapas topográficos serían una, y es posible que no la más importante, de las formas de representar la información territorial.

En el proceso de evolución de la Cartografía y atendiendo al desarrollo de las tecnologías, podemos hablar de evolución acelerada y ajustada al impulso de la informática a la que, a partir de ahora, la cartografía se vincula indisolublemente. En lo conceptual deberíamos empezar a hablar de una revolución en la Cartografía favorecida por la entrada en juego de nuevos actores y un mercado potencial de usuarios abiertos al mundo de la información. Esta revolución se está produciendo ya en el ámbito de la Cartografía temática, pero aún no en el de la cartografía básica.

Estamos, pues, en un momento crucial para llevar a cabo una revolución del modelo conceptual en la Cartografía, mucho más allá de una mera transformación tecnológica de los elementos de producción que ya ha tenido lugar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- **ANIAF Y GISFORM.** Proyecto RASTER. Tendencias evolutivas del mercado y perfiles profesionales del sector aerofotogramétrico. Proyecto acogido a financiación del Programa ADAPT II de la Unión Europea. Bruselas, 1999.
- **Caron, R**. Les choix du cartographe. En Cartes et figures de la Terre. Ed. Centre Georges Pompidou, Paris,1980.
- **Cruz, J**. "Presentación Jornadas de Cartografía. La Cartografía hoy. Evolución o Revolución". Boletín de la Asociación de Geógrafos Profesionales de Andalucía. Nº 5, p. 3. Ed. AGPA, Sevilla, 1999.
- **Groshens, J-C**. Avant-propos. En Cartes et figures de la Terre. Ed. Centre Georges Pompidou. París.1980.
- **Moreira, J, y Villar, A**. "La información geográfica". Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. Nº26, pp. 19-39. Ed. AGE. Madrid, 1998.
- **Moreira, J. M. "** Las nuevas tecnologías y los cambios en la Cartografía". Boletín de la Asociación de Geógrafos Profesionales de Andalucía. Nº 5, pp. 23-25. Ed AGPA. Sevilla.1999.
- **Mullender, J.** Connaissance et surveillence de la Terre. En Cartes et figures de la Terre. Ed. Centre Georges Pompidou. París. 1980.
- **Robinson, A., Sale, L., Morrison, J.L. and Muehrcke, Ph.** Elementos de Cartografía. Ed. Omega. Barcelona.1987.

Cita bibliográfica:

MOREIRA, J. M. 2001. La cartografía hoy: ¿evolución o revolución?. Las nuevas tecnologías y los cambios en la representación del territorio. Actas del Congreso Año mil, año dos mil. Dos milenios en la historia de España. pp 433-451. Ed. Sociedad estatal España nuevo milenio. Madrid, 2001.